膜分離活性汚泥法におけるろ過特性におよぼす精密ろ過膜の孔径の影響

武蔵工業大学　学生会員　中村　充博
武蔵工業大学　正会員　　長岡　裕

1.研究の目的

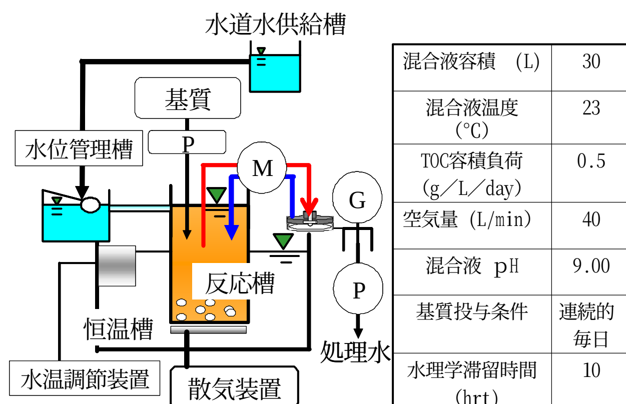
膜分離活性汚泥法の利用において，コスト面から考え従来の限外ろ過や精密ろ過膜よりもはるかに膜孔径が大きい不織布の利用が検討されてきているが，不織布フィルターは繊維がランダムに絡み合う複雑な構造を持つため，そのろ過機構はあまり分かってない[1]．そのため，汚泥が処理水中に漏れたり，早期に膜目詰まりが起きたりと使用者が最適なフィルターを選択するには、試行錯誤による方法に頼らざるを得ないのが現状である[2]．

そこで本研究では，不織布のろ過特性の確立のため，まず膜孔径の大きさに着目し，膜孔径の大きさがろ過特性にどのような影響を及ぼすか，比較的孔径の大きいミリポア製の孔径 8.0・5.0・3.0μm の精密ろ過膜を用いて検討した．

2.実験装置および実験方法

⑴ 実験装置

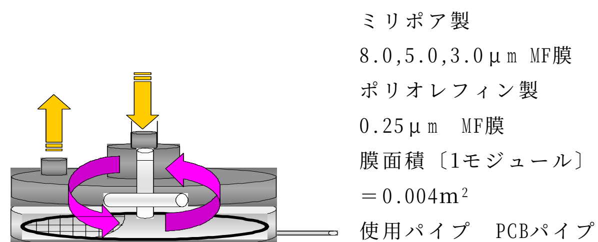
実験装置の概略図及び反応槽の実験条件を図－1 に示す．反応槽の容積を常に保つため水位管理槽を設けた．反応槽から吸引モーターにより膜モジュールに活性汚泥を送り，吸引ポンプにより処理水（ろ過水）を吸引し，間に真空ゲージを設けることで吸引圧を測定した．



混合液容積 (L)	30
混合液温度 (℃)	23
TOC容積負荷 (g／L／day)	0.5
空気量 (L/min)	40
混合液 pH	9.00
基質投与条件	連続的毎日
水理学滞留時間 (hrt)	10

図－1　実験装置の概略図

実験膜モジュールの概略図を図－2 に示す．実験に用いたモジュールは試験用のプラスチック製小型モジュールである．装置にはスターラーが付いており回転させることにより，膜表面に隆起する余分な生物のゲル層を剥離し，一定のゲル層でのろ過を行なえるようにした[3]．膜素材は孔径 8.0，5.0，3.0μm ミリポア製セルロース混合エステルの MF 膜, 孔径 0.25μm ポリオレフィン製 MF 膜を用い膜面積は 1 モジュールあたり $0.004m^2$ である．



図－2　膜モジュールの概略図

（2）実験方法

本実験は，吸引ポンプの調整によりフラックス(膜透過流速)を変化させ実験を行なった．測定項目の経過日数の変化を測定し，測定項目を表-1 に示す．測定においては処理水の測定項目は毎日行い，基質・混合液・分離液の測定項目は 1 日おきに行う．なお分離液とは混合液を 3000rpm で 15min 遠心分離した際に得られる上澄み液の事をいう．

表－1　測定項目

	基質	混合液	分離液	処理水
液温		○		
MLSS		○		
粘度		○		
pH	○	○	○	○
吸引圧				○
濁度				○
TOC濃度	○		○	○

表－2 に人工基質の組成を示す．酢酸を炭素源．塩化アンモニウムを窒素源とした[3]．

表－2　人工基質（g /L）

酢酸	31.5	硫酸マグネシウム	0.18
塩化アンモニウム	8.63	塩化カリウム	0.18
リン酸二水素カリウム	1.25	塩化ナトリウム	0.18
塩化鉄6水和物	0.09	炭酸水素ナトリウム	49.8
塩化カルシウム	0.18		

3.実験結果

図－3 に MLSS・混合液粘度の経日変化を示す．基質は連続投与で行うので日経過と共に増加した．測定 33 日目で汚泥を引き抜き新しい活性汚泥を入れた．

図－4 に処理水の濁度および図－5 に処理水・分離液の TOC 濃度の経日変化を示す．経過 0 日～5 日目までは膜の破損が多くあり 6 日間のデータは省いた．経過 6 日目～31 日目までは孔径が，8.0・5.0・3.0μm の MF 膜で実験を行ない，経過 32 日目以降は 0.25μm の MF 膜を付け加えて実験を行なった．

キーワード：膜分離活性汚泥法，膜孔径，不織布，精密ろ過膜，ろ過特性

連絡先　　〒158-0087　東京都世田谷区玉堤 1－28－1　　03－3703－3111(3257)

また経過 60 日目からは 5.0・0.25μm の MF 膜を 2 種類だけ用い実験を行なった．8.0・5.0・3.0μm の MF 膜とも，測定開始日は値が高くなったが，翌日以降 4 膜とも類似した傾向が見られており，濁度は 1NTU 以下，TOC 濃度は 15mg/L 以下を保っていた．

図−5 にろ過抵抗の経日変化を示す．8.0・5.0・3.0μm の MF 膜は，フラックスが高いと直に膜目詰まりが起きてしまったが, 0.25μm の MF 膜は 8.0・5.0・3.0μm の MF 膜の目詰まりまでの約倍の日数かかった．フラックス 0.1m/day 時，実験中に両膜とも破損したが，フラックスを低くすると両膜とも目詰まりの期間が延びた．

表−3 に 5.0μm の MF 膜の目詰まり時までの全処理水量を示す．測定は経過 32 日目から行なった．測定開始から目詰まり時までの全処理水量をフラックス毎に測った．フラックス 0.1m/day は破損時までの処理水量であるが, 低フラックスの方が TOTAL で多く処理水量が得ることができた.

4.考察･まとめ

実験結果より，孔径 8.0μm 以下の膜であれば水質に関しては良好な処理水が取れた．

しかし，孔径・フラックスの違いにおいて目詰まりの時期が大きく異なったといえる．

孔径が大きい膜に対しフラックスを高くして引っ張ってしまうと，吸引が早いために，膜の圧縮，膜表面のゲルの膜目への潜り込み・膜表面への付着が促進され，目詰まりが早期になった．

しかし孔径が大きい膜でもフラックスを下げ，差圧を少なくすれば，ゲルは膜表面にそっと載った状態になり，ゲルの潜り込み・付着，また吸引による膜の圧縮を抑制することができるので，目詰まりの期間を延ばすことができた．

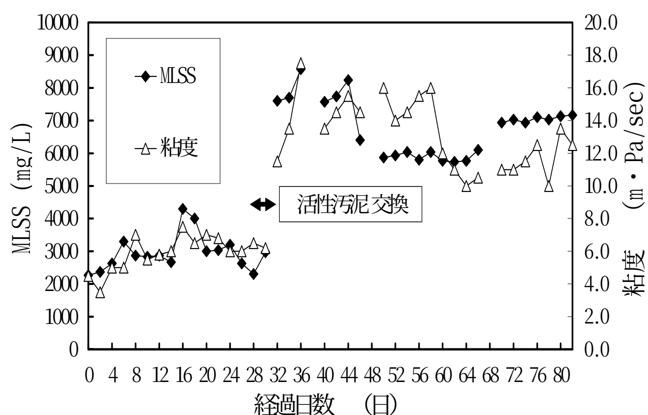
更に 5.0μm の MF 膜の測定開始から目詰まり時までの全処理水量は，フラックスの低い方が時間的水量ではなく TOTAL 的水量で，より水量を得ることが出来たので、低フラックスでも効率が良いといえる．

よって今回の研究では，膜孔径の大きさはろ過特性に大きく影響することが考えられた．つまり膜孔径が大きなものに対しては，低フラックスで行なわなければ運転がうまく行なえない事がいえる．逆に高フラックスで処理を行う場合は，膜孔径を小さくしなければ運転がうまく行なえない事がいえる．

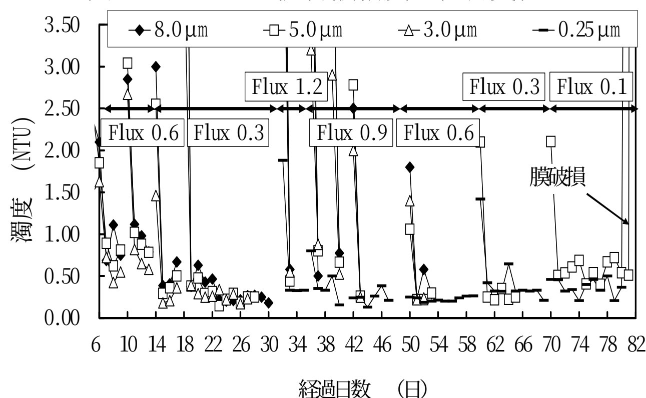
しかしフラックスを低くすると時間的水量を確保できないので，膜面積を大きくして対応していかなければならない．

《参考文献》

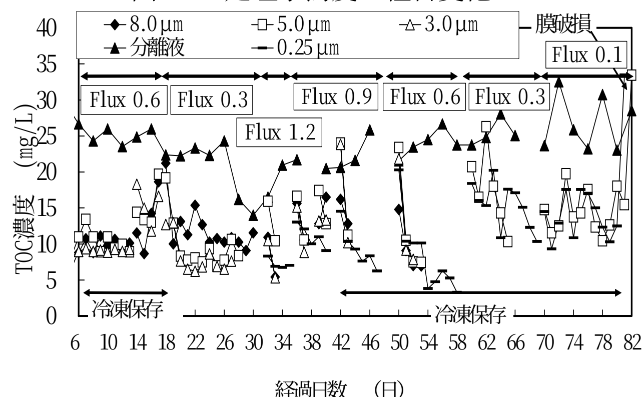
1)，2)　横浜国立大学 工学部　物質工学科 松本研究室 HP　不織布繊維フィルターのろ過特性とそのモデル化
http://www.bsk.ynu.ac.jp/~matsumotolab/research.htm
3) 有限会社　河野製作所　装置取扱説明書
メンブレン・バイオリアクター試験用モジュール
4) 井出哲夫 水処理工学 技報堂出版　pp236,237 1976



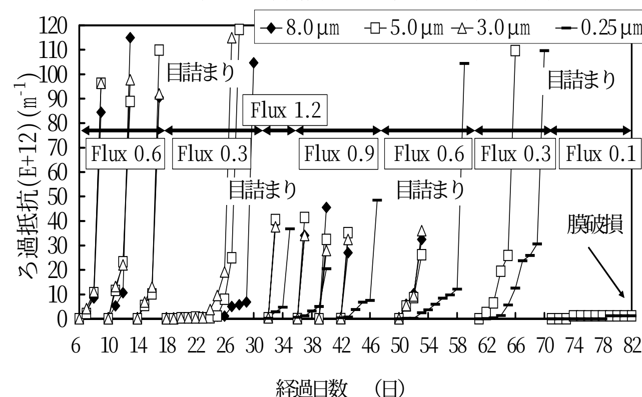
図−3　MLSS・混合液粘度の経日変化



図−4　処理水濁度の経日変化



図−5　処理水・分離液 TOC 濃度の経日変化



図−6　ろ過抵抗の経日変化

表−3　5.0μmMF 膜の目詰まり時までの全処理水量

Ｆｌｕｘ　（ｍ/ｄａｙ）	全処理水量（ｍＬ）
０．１	５２４２
０．３	７０８４
０．６	６９１２
０．９	５１４０
１．２	５２９０